Zeitschrift: Candollea: journal international de botanique systématique =

international journal of systematic botany

Herausgeber: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève

Band: 25 (1970)

Heft: 2

Artikel: Le pollen et la systématique chez le genre Lysimachia (Primulaceae) : I.

Morphologie générale du pollen et palynotaxonomie

Autor: Huynh, Kim-Lang

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-880331

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 25.11.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Le pollen et la systématique chez le genre Lysimachia (Primulaceae). I. Morphologie générale du pollen et palynotaxonomie

KIM-LANG HUYNH

RÉSUMÉ

Le pollen, dans le genre Lysimachia, est très varié et peut se classer en huit types différents. Quatre de ces types caractérisent, respectivement, quatre groupes distincts aussi par leur macromorphologie, qui sont considérés par l'auteur comme des sous-genres: subgen. Idiophyton Hand.-Mazz., subgen. Nullicaulis Huynh, subgen. Sandwicensia Huynh et subgen. Seleucia Bigelow. Chez le reste des espèces (groupées, de façon conventionnelle, dans les sous-genres Lysimachia, Naumburgia (Moench) Hand.-Mazz., la corrélation entre la classification taxonomique et les caractères du pollen n'est pas évidente. Dans la partie monographique, l'auteur décrit le pollen de 91 espèces de Lysimachia.

SUMMARY

The genus Lysimachia shows a considerable polymorphism with respect to its pollen, allowing for the distinction of eight pollen types. Four of these types are characteristic each for one macromorphologically distinct group, corresponding to four subgenera in the author's treatment: subgen. Idiophyton Hand.-Mazz., subgen. Nullicaulis Huynh, subgen. Sandwicensia Huynh and subgen. Seleucia Bigelow. The remainder of the species, grouped in the subgenera Lysimachia, Naumburgia (Moench) Hand.-Mazz. and Palladia (Moench) Hand.-Mazz., show no obvious correlation between their conventional taxonomic classification and their pollen morphology.

In the monographical part, the author describes the pollen of 91 species of Lysimachia,

ZUSAMMENFASSUNG

Der Pollen ist in der Gattung Lysimachia sehr vielgestaltig, was die Unterscheidung von acht Pollentypen gestattet. Vier dieser Pollentypen entsprechen auch makromorphologisch gut definierbaren Einheiten, welche der Verfasser als Untergattungen bewertet: subgen. Idiophyton Hand.-Mazz., subgen. Nullicaulis Huynh, subgen. Sandwicensia Huynh und subgen. Seleucia Bigelow. Bei den übrigen Arten, welche den Untergattungen Lysimachia, Naumburgia (Moench) Hand.-Mazz. und Palladia (Moench) Hand.-Mazz. entsprechen, ist keine Korrelation zwischen der konventionellen taxonomischen Anordnung und der Pollenmorphologie erkennbar. Im monographischen Teil beschreibt der Verfasser den Pollen von 91 Lysimachia-Arten.

Introduction

Le genre Lysimachia n'a pas connu, jusqu'à présent, une délimitation taxonomique simple et unanimement admise. Sans avoir l'intention de faire un historique détaillé de cette délimitation, retenons ici seulement un certain nombre de travaux. Dans le "Prodromus" de Candolle, Duby (1844) sépare encore les "genres" Lubinia Vent., Naumburgia Moench et Apochoris Duby du genre Lysimachia. Ce dernier y est subdivisé en deux sections qui se partagent les quelque 38 espèces alors bien connues. Klatt (1866) inclut, dans son système de neuf sections du genre Lysimachia, les "genres" Lubinia, Naumburgia, Apochoris et le genre Asterolinon Hoffmannsegg & Link, qui est considéré à l'heure actuelle comme distinct. Dans la première édition de "Die natürlichen Pflanzenfamilien", Pax (1890) rétablit les "genres" Lubinia, Naumburgia, Apochoris et aussi Steironema Raf. que Duby (op. cit.) comme Klatt (op. cit.) avaient incorporé dans le genre Lysimachia. Entre-temps, les espèces endémiques des îles Hawaii étaient reconnues, en particulier grâce à la flore de Hillebrand (1888). Leurs caractères particuliers ont décidé Heller (1897) à les grouper dans le nouveau "genre" Lysimachiopsis.

Ce n'est que vers le début du vingtième siècle que le genre Lysimachia a reçu sa délimitation définitive, avec la révision de Knuth (1905) pour "Das Pflanzenreich". A l'exception d'Asterolinon, tous les genres cités ci-dessus ont été inclus dans le genre Lysimachia qui groupait alors quelque 110 espèces, classées dans 16 sections différentes. Cette délimitation du genre Lysimachia a été acceptée par Handel-Mazzetti (1928) qui, lors d'une révision des espèces chinoises, a élaboré pour ce genre — composé alors de quelque 147 espèces — un autre système (comprenant 5 sous-genres), dont la charpente servira essentiellement à notre étude monographique.

Néanmoins, on relève encore çà et là quelques hésitations à adopter cette délimitation. L'"Index Kewensis", par exemple, a admis comme distincts les "genres" *Steironema* et *Apochoris*. De même, dans les deux éditions de la "Flore laurentienne" (Marie-Victorin 1935, 1964), le "genre" *Steironema* est maintenu séparé du genre *Lysimachia*.

La présente étude, essentiellement palynologique, porte sur le genre *Lysimachia* dans la délimitation de Knuth (op. cit.) et de Handel-Mazzetti (op. cit.).

On peut dire que, dans l'ensemble, il s'agit d'un genre eurypalynique, ayant un pollen très varié. Cette riche expression pollinique laisse supposer que l'étude du pollen, dans la taxonomie de ce genre, est d'une utilité certaine; ce qui est effectivement le cas.

Matériel et terminologie

Le matériel pollinifère étudié (d'après la méthode d'acétolyse) dans ce travail provient des herbiers du Conservatoire botanique de Genève (directeur: professeur J. Miège), du Bernice P. Bishop Museum, Honolulu, département de botanique (président: Dr. P. Van Royen), des Royal Botanic Gardens, Kew (directeur:

Sir George Taylor), de la Botanische Staatssammlung de München (directeur: professeur H. Merxmüller), du Laboratoire de phanérogamie du Muséum national d'histoire naturelle de Paris (directeur: professeur A. Aubréville; vice-directeur: professeur N. Hallé), du Riksmuseum de Stockholm, département de botanique (directeur: professeur T. Norlindh) et de l'Institut de botanique de l'Université de Zürich (directeur: professeur C. D. K. Cook). Le matériel de Stockholm a été récolté à notre place par le Dr. S. Nilsson (Laboratoire palynologique de Stockholm-Solna). Nous nous permettons d'exprimer ici à ces très obligeantes personnalités notre profonde et sincère reconnaissance.

Les termes palynologiques employés dans ce travail seront expliqués dans sa première partie (Morphologie générale du pollen), au fur et à mesure qu'ils se présenteront.

Première partie: Morphologie générale du pollen

I. Aperçu général sur le pollen du genre Lysimachia

Le pollen du genre Lysimachia est eu-réticulé. A part le L. insignis (pollen pantocolporé: fig. 33 et 34) et les endémiques de Hawaii (pollen 4-colporé: fig. 25a), toutes les espèces — qui constituent, de loin, la grande majorité — possèdent un pollen 3-colporé (fig. 26 par exemple). Les grains 3-colporés peuvent à leur tour être divisés en deux groupes suivant que leur équateur est triangulaire (fig. 30 et 32a) ou circulaire (par exemple fig. 22a, 26 et 28). Le pollen varie d'une espèce à l'autre, et de façon souvent très appréciable. Les grains les plus petits se rencontrent chez les L. capillipes (15 x 11 μ , fig. 27), alpestris (16 x 12 μ , fig. 31), foenum-graecum (17 x 12 μ , fig. 29) et sikokiana (17 x 14 μ). Les plus grands constituent l'apanage exclusif et uniforme des espèces endémiques de Hawaii: le L. forbesii (fig. 25) semble constituer le cas extrême (60 x 45 μ). Dans l'ensemble, un grain de pollen d'environ 29 x 22 μ peut être considéré comme le cas moyen du genre.

A. L'EXINE

La surface de l'exine est recouverte d'un réticulum dont les mailles ont des étendues variées. Elles peuvent être à peine perceptibles au microscope photonique (c'est-à-dire mesurant environ $0.2 \times 0.2\mu$) ou atteindre jusqu'à $3 \times 3\mu$. Les dimensions des mailles du réticulum d'une espèce ne dépendent pas nécessairement de celles de son pollen.

L'épaisseur de l'exine varie suivant l'espèce, de 0.8μ à 2.8μ environ. Elle est proportionnelle aux dimensions du grain de pollen, mais surtout à l'étendue individuelle des mailles qui forment son réticulum. Ainsi, cette épaisseur a la valeur la plus faible chez les L. capillipes, alpestris, foenum-graecum et sikokiana, qui

ont les grains de pollen les plus petits dans tout le genre, et dont le réticulum est en outre formé de mailles quasi-imperceptibles.

La structure de l'exine est la même que dans le cas général des Angiospermes. En allant de l'extérieur vers l'intérieur du pollen, on trouve: un supraréticulum, un tectum très mince, un infraréticulum (= la couche des bacules infratectaux), un footlayer et une couche d'endexine. Cependant l'étude de cette structure au microscope photonique n'est favorable que sur un certain nombre d'espèces, c'est-à-dire sur celles dont le pollen est pourvu d'une exine épaisse et d'un réticulum à mailles larges.

Prenons par exemple le *L. paridiformis* (fig. 1 et 2). Chez cette espèce, l'exine de la partie médiane d'un mésocolpium¹ a une épaisseur d'environ 2.4μ . Le supraréticulum, l'infraréticulum, le footlayer et la couche d'endexine mesurent respectivement à peu près un quart, un quart, un sixième et un tiers de cette épaisseur. Le tectum, en analyse LO, semble être un tectum parfait (= pollen pertecté); il est très mince, ce qui ne permet pas une évaluation de son épaisseur. L'infraréticulum est formé de mailles délimitées par des murs généralement simplibaculés. Les bacules muraux sont très visibles, en particulier sur les mailles des parties non-colpifères, ces mailles pouvant atteindre $3 \times 3\mu$.

Il est très probable que la structure de l'exine du *L. paridiformis*, observée sur un certain nombre d'autres espèces également favorables, soit de règle aussi chez les espèces qui n'ont pas permis une étude satisfaisante à ce point de vue.

B. LES APERTURES

Les apertures du genre *Lysimachia* peuvent avoir une disposition méridienne (pollens 3- et 4-colporés: fig. 22 et 25) ou successive (pollen pantocolporé du *L. insignis:* fig. 33 et 34).

1. Constitution d'une aperture

L'aperture du pollen du genre Lysimachia est complexe (pollen colporé: fig. 22), étant formée d'une ectoaperture (appelée aussi "sillon") superposée à une endoaperture creusée dans l'endexine. Une attention particulière doit être vouée à l'étude de l'endoaperture, étant donné sa très grande variabilité chez ce genre.

Cette endoaperture peut avoir une différenciation extrêmement faible. C'est le cas unique (mais uniforme) du sous-genre 3. Seleucia: l'endoaperture y est à peine visible, son envergure ne dépasse guère la largeur de l'ectoaperture correspondante (fig. 32). Un tel pollen serait caractérisé par Erdtman (1952) de "colporoidate".

L'endoaperture peut être aussi très longue chez un certain nombre d'espèces, de manière que les apex des endoapertures d'un grain de pollen se rejoignent presque, sur la zone médiane des mésocolpiums. Tel est par exemple le cas du *L. foenum-graecum* (fig. 29).

¹ Un mésocolpium est la partie du sporoderme qui s'étend entre deux apertures successives.

Cependant, pour la grande majorité des espèces du genre, les endoapertures ont une envergure moyenne (fig. 22).

Chez un certain nombre d'espèces, appartenant aux deux sous-sections *Phyllocephalae* et *Eunummulariae* de la section *Nummularia* (sous-genre 2. *Lysimachia*), les apex des endoapertures semblent avoir fusionné. Les endoapertures perdent ainsi totalement leur individualité, et, à leur place, on trouve une ceinture équatoriale parfaite (c'est-à-dire faisant le tour complet de l'équateur). Cette ceinture peut avoir une épaisseur uniforme sur tout le pourtour du pollen (fig. 23): c'est le cas par exemple du *L. japonica* et du *L. phyllocephala*. Chez quelques espèces comme le *L. remota*, elle se rétrécit progressivement à mesure que l'on s'éloigne des ectoapertures pour se rapprocher de la zone médiane des mésocolpiums (fig. 24). Cette figure — qui semble indiquer une fusion imparfaite des endoapertures — peut être considérée comme un stade intermédiaire entre celui où elles se touchent presque, tout en restant distinctes (fig. 29), et celui où elles auraient fusionné totalement (fig. 23).

Le cas unique de la ceinture équatoriale du *L. alpestris* est tout à fait différent. A l'encontre des espèces mentionnées dans l'alinéa précédent, les endoapertures de l'espèce de Hongkong ne perdent pas leur individualité mais montrent une démarcation très nette vis-à-vis de la ceinture équatoriale faiblement visible qui les relie (fig. 31). Ainsi, chez cette espèce, la ceinture équatoriale n'est pas due à une éventuelle fusion d'endoapertures. Une telle ceinture est tout à fait exceptionnelle non seulement dans le genre *Lysimachia* mais aussi dans l'ensemble des Dicotylédones. Elle a été relevée aussi chez certaines espèces parasites du genre *Utricularia* (Huynh 1968b: 18).

Quant à la hauteur des endoapertures, mesurées dans le sens parallèle à l'axe polaire, elle varie généralement avec les dimensions du pollen. Les plus grandes valeurs de cette hauteur ont été notées chez les L. forbesii (8μ) , deltoidea var. metziana (7μ) et paridiformis (6μ) . La plus faible est le lot du sous-genre 3. Seleucia (ca. 0.7μ). Le cas le plus fréquent se situe au voisinage de 3.5μ .

A mesure que l'on s'éloigne des pôles pour se rapprocher de l'équateur du pollen, l'endexine s'épaissit notablement et progressivement pour atteindre son épaisseur maximale à la limite des endoapertures (ou des ceintures équatoriales). C'est à cette limite que l'endexine apparaît dans toute sa netteté, en particulier chez les espèces dont le pollen a de grandes dimensions, comme c'est le cas chez les endémiques de Hawaii. Chez le *L. insignis*, l'unique espèce au pollen pantocolporé du genre, l'endexine s'épaissit aussi très nettement et seulement au voisinage immédiat des endoapertures, ce qui permet de les repérer facilement.

2. Variations polliniques intraflorales relatives aux apertures

Les variations polliniques affectant les apertures du pollen sont assez fréquentes chez le genre *Lysimachia*.

a) La variation dans le nombre d'apertures

Elle est une manifestation évidente de ce phénomène, qui affecte aussi bien les grains à aperturation méridienne que ceux qui ont une aperturation successive.

Chez les espèces dont le pollen montre une aperturation méridienne, le nombre d'apertures peut augmenter ou diminuer. Ainsi les espèces au pollen normalement 3-colporé présentent parfois une faible proportion de grains 4-colporés et 2-colporés. Chez le *L. remota*, dont le pollen normal possède trois sillons distincts (fig. 24), les grains 2-colporés ont leurs sillons fusionnés bout à bout, formant ainsi un bandage qui passe par les pôles (fig. 24b et c). Chez les espèces dont le pollen normal a quatre sillons, il est fréquent de relever une certaine proportion de grains à cinq sillons et aussi à trois sillons (fig. 3 et 5).

Chez le *L. insignis*, la seule espèce du genre à avoir une aperturation successive, le pollen présente une variation considérable quant à la disposition des apertures sur le grain de pollen (cf. p. 277). Chez certaines espèces au pollen normalement 3-colporé, comme le *L. lobelioides*, on observe une faible proportion de grains qui ont une aperturation qu'on peut considérer comme successive (voir l'alinéa suivant). Sur ces grains de pollen anormaux, le nombre des sillons peut varier de quatre à six.

b) La formation du pollen 6-pantoaperturé

Observée chez un certain nombre d'espèces dont le pollen normal est 3-colporé, elle constitue un autre aspect de ces variations polliniques intraflorales. Elle est particulièrement instructive, à plus d'un point de vue, chez le genre *Lysimachia* où le pollen 3-colporé est en général nettement longiaxe et comporte des ectoapertures longues.

Prenons par exemple le cas du *L. lobelioides*, dont le pollen 3-colporé mesure $36 \times 23\mu$ — l'axe polaire est donc beaucoup plus long que l'axe équatorial. Dans leur grande majorité, les grains de pollen sont normaux (fig. 12). Le reste (ca. 5%) est partagé plus ou moins équitablement entre trois catégories.

- Dans la première catégorie (fig. 13), on ne relève que quatre apertures, longues (par rapport au grain de pollen) mais égales chacune doublée d'une endoaperture sous-jacente orientées dans la direction longitudinale du pollen et disposées suivant quatre des six arêtes d'un tétraèdre élancé, de manière que leurs apex se conjuguent deux à deux en quatre points différents. Ces quatre arêtes sont d'ailleurs beaucoup plus longues (ca. 5 fois) que les deux autres arêtes du tétraèdre ainsi défini.
- Dans la deuxième, en dehors de ces quatre ectoapertures, on observe deux ébauches pseudo-colpifères à l'emplacement des deux arêtes courtes déjà signalées dans la première catégorie (fig. 17). Ces ébauches sont constituées par deux lignes courtes de vague rupture du réticulum, flanquées des deux côtés par des mailles dont les dimensions, minuscules sur les arêtes mêmes, augmentent progressivement à mesure qu'on s'en éloigne. Or, de telles mailles minuscules et une telle progression dans les étendues luminales ne s'observent qu'au voisinage immédiat des ectoapertures chez l'espèce en question. Par conséquent, ces deux lignes de vague rupture du réticulum marquent, sans aucun doute, l'emplacement de deux zones de nature colpifère. Néanmoins, à part ces deux lignes, on ne peut noter aucun autre indice d'une existence réelle d'aperture sur ces deux ébauches.

Dans la troisième, ces deux lignes de rupture du réticulum font place à deux sillons (= ectoapertures) dépourvus toutefois d'endoapertures sous-jacentes (fig. 15 et 18). (L'absence d'endoapertures était hors de doute ici, étant donné que chez le genre Lysimachia l'endexine s'épaissit très visiblement au voisinage immédiat des endoapertures et, par conséquent, permet de les repérer facilement dans le cas où elles existent.) Ces grains peuvent, dans une certaine mesure, être considérés comme 6-pantoaperturés.

Il en découle que, dans le genre Lysimachia, les six ectoapertures du pollen 6-pantoaperturé n'ont généralement pas une même longueur: quatre sont longues, les deux autres sont plus courtes. Cette différence de longueur entre les ectoapertures peut s'expliquer facilement par l'existence d'une différence analogue entre l'axe polaire et l'axe équatorial du pollen. La différenciation déficiente et irrégulière des deux ectoapertures courtes semble due principalement à un manque d'espace entre les deux points du sporoderme qu'elles relient. Malgré la très faible proportion de ces grains de pollen anormaux, qui ne nous a pas permis une étude approfondie à ce point de vue chez le L. lobelioides, il est pensable que plus l'espace entre ces deux points est réduit, plus la différenciation des ectoapertures courtes est déficiente. Cette réduction comporte, dans l'ordre, les stades suivants: présence d'ectoaperture mais absence d'endoaperture (fig. 18); absence d'ectoaperture mais présence d'une vague ligne de rupture du réticulum (fig. 17); absence de ligne de rupture de réticulum, et de tout autre indice d'une existence réelle d'apertures (fig. 16).

Cependant la contribution la plus utile que peut apporter le type pollinique 6-pantoaperturé du genre Lysimachia à la palynologie générale paraît résider dans le fait qu'il permet de préciser la polarité de ce type de pollen, en d'autres termes, son orientation dans la tétrade. En effet, si on compare, chez le L. lobelioides, un grain 3-colporé normal (fig. 12) avec un grain 6-pantoaperturé (fig. 14), il semble évident que les faces polaires de ce dernier sont indiquées par les deux ectoapertures courtes. Ainsi, sur le pollen 6-pantoaperturé – qu'il soit pourvu de sillons distinctement inégaux comme dans le cas du genre Lysimachia, ou plus ou moins égaux comme dans d'autres genres de Dicotylédones (fig. 19) – les pôles semblent coïncider avec les deux faces du sporoderme traversées au centre par une aperture (fig. 21; les pôles sont désignés par les apertures AB et CD). Par conséquent, le pollen 6-pantoaperturé n'a pas de ligne équatoriale bien définie et reste toujours hétéropolaire, étant donné que les deux apertures passant par les pôles sont orientées dans deux directions perpendiculaires. Cette polarité semble n'avoir pas encore été mise en évidence jusqu'ici. (Il est néanmoins utile de noter que cette polarité du pollen 6-pantoaperturé — que nous avons relevée chez le L. lobelioides semble avoir été conçue aussi par Manitz 1969, pour les Convolvulaceae, à en juger sur son dessin.) Il est totalement impossible de la mettre en évidence sur les grains de pollen où les six sillons sont plus ou moins de la même longueur c'est-à-dire chez les genres où l'axe polaire du pollen n'est pas beaucoup plus long que l'axe équatorial, comme chez les *Pulsatilla*, *Anemone* (Huynh 1969b et 1970), Ranunculus, etc. – à moins de l'étudier sur le stade de tétrade post-méiotique (voir, par exemple, Huynh 1968a); ce que nous nous proposons de faire dans un prochain travail, afin de vérifier les conclusions que nous avons exprimées ci-dessus concernant la polarité du pollen 6-pantoaperturé.

c) Autres cas d'hétéropolarité

Une hétéropolarité sporadique s'observe aussi chez certaines espèces dont le pollen normal est 4-colporé (le sous-genre 7. Sandwicensia). Chez le L. glutinosa par exemple, où le pollen est normalement isopolaire, une certaine proportion de grains est nettement hétéropolaire (fig. 4 et 6). En effet, les deux faces polaires sont distinctement dissemblables. Le même phénomène a été remarqué aussi chez quelques espèces dont le pollen normal est 3-colporé (la figure 6 peut en donner une idée).

d) Les variations relatives aux endoapertures

Elles constituent sans doute la forme de variations polliniques intraflorales la plus curieuse qui puisse s'observer chez le genre *Lysimachia*. A ce point de vue, on peut diviser les espèces étudiées dans ce travail en deux groupes.

Le premier groupe rassemble la majorité des espèces. On y relève l'existence d'une tendance générale des endoapertures à se prolonger et à dépasser leur envergure normale. Toutes ces espèces ont des grains de dimensions assez considérables et pourvus d'un réticulum formé de mailles nettement visibles. Ces variations prennent les formes les plus inattendues et les plus diverses. En voici les types principaux.

- Chez un certain nombre d'espèces où les endoapertures ont une envergure généralement moyenne, on observe souvent une fusion totale des apex de deux endoapertures voisines; ce qui simule une ceinture équatoriale partielle.
- Chez certaines autres, les apex de deux endoapertures voisines peuvent être prolongées par des "cornes" simples, une pour chaque apex. Les "cornes" observées sur un même mésocolpium peuvent être orientées soit dans une même direction, pouvant alors fusionner entre elles (fig. 25), soit dans deux directions opposées (fig. 7).
- Chez plusieurs autres espèces, ces "cornes" simples peuvent prendre naissance à partir d'un point quelconque des endoapertures plutôt que de leurs apex.
- Chez d'autres, les apex d'endoapertures sont prolongés par des "cornes" doubles (fig. 8). Les extrémités de ces dernières peuvent fusionner deux à deux et enserrent ainsi un "îlot" de sporoderme dont l'endexine n'est pas affectée (fig. 9).

Cependant, c'est chez le *L. hillebrandii* que ces variations endoaperturales sont poussées à l'extrême. La variation est telle qu'il est impossible de trouver deux grains identiques. A part les formes de variation mentionnées ci-dessus, qui s'observent toutes chez cette espèce, on trouve les deux suivantes.

 Une ceinture équatoriale d'aspect normal peut héberger un "îlot" de sporoderme dont l'endexine n'est pas affectée (fig. 10; cette figure est comparable à la figure 9). Sur certains mésocolpiums, où la fusion des apex de deux endoapertures successives est totale, donnant ainsi naissance à une ceinture partielle, on note souvent l'existence d'une "corne" (rarement deux), qui part de cette ceinture vers les pôles (fig. 11).

Toutes ces formations endoaperturales secondaires — dont la structure est en tous points semblable à celle des endoapertures — peuvent éventuellement être assimilées à de simples lignes de rupture d'endexine telles qu'elles ont été observées çà et là parmi les Angiospermes, notamment chez les Anemoneae (Roland-Heydacker 1964; Huynh 1970). Cependant, chez le genre Lysimachia, ces formations semblent avoir une nature véritablement endoaperturale, car elles prennent toujours naissance à partir d'une endoaperture ou d'une ceinture équatoriale. De plus, elles ne s'observent pas chez toutes les espèces; ce qui est tout à fait contraire au cas, par exemple, du genre Anemone (Huynh 1970) où les lignes de rupture d'endexine qui sillonnent le sporoderme en tous sens constituent un caractère générique. Ainsi, il paraît évident que ces formations endoaperturales secondaires ne sont qu'une manifestation de la tendance évolutive du genre Lysimachia à l'acquisition d'une ceinture parfaite — cette ceinture étant de nature endoaperturale chez ce genre (y compris le cas particulier du L. alpestris: cf. p. 277) puisqu'elle est creusée dans l'endexine comme l'endoaperture.

Le deuxième groupe réunit les espèces dont les pollens ont de faibles dimensions et un réticulum formé des mailles les plus réduites. Ce sont les *L. alpestris, foenum-graecum, capillipes, sikokiana, insignis* et les espèces formant le sous-genre 3. Seleucia. Ici, les variations relevées dans le premier groupe font défaut.

Le cas du *L. insignis* présente un intérêt spécial. Les apertures particulières de cette espèce seront décrites plus loin (p. 277).

II. Les principaux types de pollen

Les espèces de Lysimachia étudiées dans ce travail peuvent être classées, selon leur type de pollen, en huit groupes différents. Six de ces groupes sont bien délimités et ont une réelle valeur taxonomique. Quant aux deux autres (les types I et II), leur démarcation n'est pas rigoureuse; d'où leur faible portée taxonomique. La définition de ces huit types est basée sur l'aspect du pollen en vue polaire (pollen à équateur circulaire ou triangulaire), la disposition méridienne ou successive des apertures, le nombre d'apertures méridiennes (pollen 3- ou 4-colporé), l'envergure des endoapertures, les dimensions des grains et l'étendue individuelle maximale des mailles du réticulum.

Dans la description des types de pollen faite ci-après, les caractères diagnostiques seront exprimés en *italique*.

1. Le type I, ou type "Vulgaris"

L. vulgaris L. (fig. 22) — Pollen tricolporé, de grandeur moyenne (28 x 23 μ : axe polaire x axe équatorial), à équateur circulaire. Réticulum formé de mailles nettement

visibles, mesurant jusqu'à $2 \times 2\mu$. Exine d'épaisseur maximale 1.5μ . Endoapertures distinctes, d'envergure moyenne, de hauteur 3μ .

Ce type de pollen représente le cas général du genre Lysimachia.

2. Le type II, ou type "Phyllocephala"

L. phyllocephala Hand.-Mazz. (fig. 23) — Pollen tricolporé, de grandeur moyenne (32 x 26μ), à équateur circulaire. Mailles larges, jusqu'à $2.5 \times 2.5\mu$. Exine 1.8μ . Endoapertures indistinctes — ce qui sépare ce type de pollen du type "Alpestris" (cf. infra, 6) — reliées entre elles par une ceinture équatoriale parfaite (c'est-à-dire faisant le tour complet de l'équateur), de 3.5μ de hauteur. (Cette ceinture semble résulter de la fusion des apex des endoapertures qui seraient très longues.)

Ce type de pollen ne s'observe que dans les deux sous-sections *Phyllocephalae* et *Eunummulariae* de la section *Nummularia* (sous-genre 2. *Lysimachia*). Chez certaines espèces de la deuxième sous-section, comme les *L. remota* et *hemsleyana*, la ceinture équatoriale diminue progressivement de hauteur à mesure que l'on s'éloigne des ectoapertures pour se rapprocher de la zone médiane des mésocolpiums (fig. 24).

3. Le type III, ou type "Hawaiien"

L. forbesii Rock. (fig. 25) – Pollen tétracolporé (parfois 5-colporé, rarement 3-colporé), de grandes dimensions (44-60 x 32-45 μ ; chez l'espèce en question, 60 x 45 μ). Mailles faibles: leur étendue individuelle maximale est au voisinage de 0.5 x 0.5 μ . Exine 1.6 μ . Endoapertures d'envergure moyenne, de hauteur 8 μ , très souvent prolongées d'appendices de nature vraisemblablement endoaperturale.

Ce type de pollen particulier constitue l'apanage exclusif des espèces endémiques de Hawaii (le sous-genre 7. Sandwicensia), qui le possèdent toutes. Ce qui nous lui a fait donner le nom de "Hawaiien".

4. Le type IV, ou type "Capillipes"

L. capillipes Hemsley (fig. 26 et 27) – Pollen tricolporé, de dimensions très réduites (ca. 15 x 11 μ), à équateur circulaire. Mailles minuscules, presque imperceptibles. Exine 0.8 μ . Endoapertures d'envergure moyenne, de hauteur 1.7 μ .

Ce type de pollen, facilement reconnaissable au microscope par ses très faibles dimensions, ne s'observe que chez deux espèces asiatiques, d'ailleurs voisines: les L. capillipes et sikokiana.

5. Le type V, ou type "Foenum-graecum"

L. foenum-graecum Hance (fig. 28 et 29) — Pollen tricolporé, de dimensions très réduites (ca. 17 x 12 μ), à équateur circulaire. Mailles minuscules, presque imperceptibles. Exine 0.8μ . Endoapertures de grande envergure (leurs apex se touchant presque, sur la zone médiane des mésocolpiums), de hauteur 1.8μ . Ce type de pollen n'a été relevé que chez le L. foenum-graecum.

6. Le type VI, ou type "Alpestris"

L. alpestris Champ. (fig. 30 et 31) — Pollen tricolporé, de dimensions très réduites (ca. $16 \times 12\mu$), à équateur triangulaire. Mailles minuscules, presque imperceptibles. Exine 0.8μ . Endoapertures très nettement distinctes, reliées entre elles par une ceinture équatoriale parfaite (c'est-à-dire faisant le tour complet de l'équateur), de hauteur 3.3μ . La très nette individualité des endoapertures de ce type de pollen permet de le distinguer facilement du type "Phyllocephala" (cf. supra, 2).

Ce type de pollen très particulier constitue l'apanage exclusif du L. alpestris.

7. Le type VII, ou type "Ciliata"

L. ciliata L. (fig. 32) – Pollen tricolporé, de dimensions réduites (20-24 x 18-19 μ ; pour l'espèce en question, 24 x 18 μ), à équateur nettement triangulaire. Mailles minuscules, presque imperceptibles. Exine 0.9 μ . Endoapertures mal différenciées, étant à peine visibles.

Ce type de pollen n'a été observé que chez les espèces du sous-genre 3. Seleucia.

8. Le type VIII, ou type "Insignis"

L. insignis Hemsley (fig. 33, 34 et 35) — Pollen pantocolporé, $21 \times 21\mu$. Mailles minuscules, presque imperceptibles. Exine 0.9μ . Endoapertures d'envergure faible mais dépassant nettement la largeur des ectoapertures correspondantes.

Ce type de pollen très particulier est l'apanage exclusif du L. insignis.

Sur le seul échantillon que nous avons étudié, le pollen du *L. insignis* montre une aperturation successive (pollen pantocolporé) et des apertures à structure complexe. Cependant, la disposition de ces apertures présente beaucoup de variations, qui peuvent être ramenées aux deux formes principales suivantes.

- D'abord, une forme voisine de la forme 9-pantocolporée (fig. 33 et 34). On y relève trois apertures "normales" (c'est-à-dire où l'endoaperture est située sur la partie médiane: sur ces deux figures, les apertures dites "normales" se trouvent à la périphérie) et six apertures dites "anormales" où l'endoaperture occupe une position terminale ou subterminale. Parmi ces apertures "anormales", celles où l'endoaperture est subterminale elles sont au nombre de trois restent distinctes (fig. 33). Quant aux trois autres (où les endoapertures peuvent être considérées comme terminales), elles se conjuguent en une marque triradiée, pourvue d'une endoaperture unique qui semble résulter d'une conjugaison des endoapertures respectives (fig. 34).
- Ensuite, une forme voisine de la forme 6-pantoaperturée (fig. 35). Ici, la disposition des apertures sur le pollen est la même que dans la forme précédente; seulement les trois apertures à endoapertures subterminales font défaut.

Le caractère insolite de ce pollen nous a donné quelques doute quant à la valeur de sa représentativité. Il est donc nécessaire d'étudier le pollen du *L. insignis* sur plusieurs autres échantillons afin de définir sûrement son type.

Deuxième partie: Etude monographique

GÉNÉRALITÉS

La monographie pollinique d'un genre peut se faire au moins de trois façons. Ou bien en suivant un système taxonomique donné, dans le cas où ce genre a fait l'objet d'une étude appropriée: tel est par exemple le cas des genres *Tropaeolum* (Huynh 1968c) et *Pulsatilla* (Huynh 1969b). Ou bien en prenant les espèces dans leur ordre alphabétique si la taxonomie du genre n'est pas encore bien établie: le cas, par exemple, des *Impatiens* (Huynh 1968d). Ou bien en les groupant d'après leurs types de pollen dans le cas où ces derniers sont bien délimités: ce que nous avons fait pour le genre *Utricularia* (Huynh 1968b). De ces trois procédés, le premier est certainement de loin le meilleur. Car, étant donné qu'à l'heure actuelle la valeur taxonomique et phylogénique du pollen à l'intérieur d'un genre est hors de doute, ce procédé est le plus approprié à mettre en évidence les relations de parenté intragénériques par la conjonction simultanée des données polliniques avec des données macroscopiques: ce concours utile des données polliniques à la taxonomie constitue, à notre avis, l'intérêt le plus réel de la science morphologique du pollen.

Îl est donc nécessaire d'avoir un bref aperçu sur l'état taxonomique actuel du genre *Lysimachia* avant de choisir un de ces trois procédés pour sa monographie.

La taxonomie du genre *Lysimachia* — encore à l'état d'ébauche dans Duby (1844), Klatt (1866), Pax (1890) — a été améliorée par Knuth (1905), puis par Handel-Mazzetti (1928). Retenons ici seulement les deux derniers systèmes où la presque-totalité des espèces que nous avons étudiées trouvent leur place.

Knuth (op. cit.) divise le genre en 16 sections. Cinq d'entre elles paraissent très bien délimitées. Ce sont les sections *Steironema* (Raf.) Klatt, *Naumburgia* (Moench) Klatt, *Insignes* Knuth, *Rosulatae* Knuth et *Fruticosae* Knuth. (La dernière section correspond au "genre" *Lysimachiopsis*, défini par Heller en 1897 déjà.)

Cependant, d'après Handel-Mazzetti (op. cit.: 51), le système de Knuth serait dépourvu de tout fondement scientifique, étant donné qu'il n'est basé que sur les caractères de l'habitus, de la disposition des feuilles et de l'inflorescence. A son tour, le même auteur préconise un nouveau système basé principalement sur la structure de la fleur. Le système de Handel-Mazzetti comporte cinq sous-genres. Ce sont: le sous-genre *Idiophyton* Hand.-Mazz., le sous-genre *Eulysimachia* Hand.-Mazz., le sous-genre *Palladia* (Moench) Hand.-Mazz., le sous-genre *Naumburgia* (Moench) Hand.-Mazz. Deux d'entre eux — le sous-genre *Idiophyton* et le sous-genre *Naumburgia* — correspondent

tout à fait aux sections *Insignes* et *Naumburgia* du système de Knuth. Ce dernier voit ses deux sections *Rosulatae* et *Fruticosae* réunies par Handel-Mazzetti en un seul sous-genre *Lysimachiopsis*, mais restant distinctes l'une de l'autre. Quant à la section *Steironema* (système de Knuth), elle est réduite au rang d'une sous-section dans le sous-genre *Eulysimachia* (système de Handel-Mazzetti).

Si on compare le système de Handel-Mazzetti avec celui de Knuth, il devient évident que les subdivisions proposées — à part les cinq groupes à morphologie très distincte mentionnés plus haut — ne présentent pas une différenciation assez marquée pour permettre une délimitation sûre et définitive. Or, à l'exception du seul groupe Naumburgia, les cinq groupes morphologiques particuliers ont aussi chacun un grain de pollen très caractéristique qui permet de les définir sûrement, même sans le concours de données macroscopiques.

La divergence entre les deux systèmes porte principalement sur deux points. D'abord, la classification des espèces n'appartenant pas aux cinq groupes morphologiques particuliers est profondément différente. Ensuite, les degrés d'évolution attribués à certains groupes varient. Ainsi, Knuth a placé le *L. insignis* (= sect. *Insignes* Knuth, subgen. *Idiophyton* Hand.-Mazz.) vers la fin de son système, alors que Handel-Mazzetti l'a mise tout au début du sien.

Le système qui servira de charpente à notre étude monographique du genre Lysimachia est tiré essentiellement de celui de Handel-Mazzetti. Il en diffère cependant par quelques points. Cette divergence est motivée plus par des données polliniques que par celles qui relèvent de la morphologie macroscopique où, d'ailleurs, nous n'avons pas fait de recherches approfondies.

Ainsi, nous croyons nécessaire de dire d'emblée que le fait que nous adoptons le système de l'auteur autrichien dans ses grandes lignes ne signifie pas que nous le considérons comme parfait, mais plutôt et surtout comme un instrument de travail approprié.

Dans notre système, les anciennes sections *Steironema*, *Rosulatae* et *Fruticosae* de Knuth auront le rang de sous-genres et s'appelleront, respectivement, subgen. *Seleucia, Nullicaulis* et *Sandwicensia*. Cette revalorisation est justifiée non seulement par des données polliniques évidentes mais aussi par des considérations relevant du domaine de la morphologie macroscopique (Huynh 1971: A, 1). En somme, notre système compte sept sous-genres.

Dans cette monographie, nous essaierons de décrire en détail — dans la mesure du possible et en faisant une totale abstraction des données taxonomiques actuelles — les caractères polliniques que nous considérons comme pouvant servir plus tard à une revision taxonomique de ce genre.

Dans les descriptions monographiques ci-après, la répartition géographique qui suit immédiatement le nom d'espèce est indiquée, sauf précision, d'après Knuth (1905). Quant aux sources des différentes subdivisions taxonomiques du genre *Lysimachia*, elles sont citées dans les monographies de Knuth (op. cit.) et de Handel-Mazzetti (1928).

Les échantillons d'herbier sur lesquels du pollen a été prélevé pour cette étude ne seront cités que partiellement, Ceux qui se rapportent aux espèces répandues en Europe, comme *L. vulgaris*, etc. ne seront pas mentionnés. Les abréviations qui suivent les citations d'échantillons indiquent les herbiers correspondants et coïncident avec celles de l'"Index herbariorum" (Regnum Vegetabile, vol. 31).

Pour comprendre facilement les descriptions abrégées de caractères polliniques rencontrées dans cette monographie, le lecteur est prié de se référer aux explications données sous l'espèce n° 5 (L. ramosa).

CONSPECTUS GENERIS LYSIMACHIAE

S_l	pecies n ⁰
subgen. Idiophyton	1
subgen. Lysimachia	2-40
sect. Apodanthera	2-7
subsect. Ramosae	2-6
subsect. Oppositifoliae	7
sect. Lerouxia	8-10
sect. Verticillatae	11-14
sect. Theopyxis	15
sect. Lysimachia	16-17
sect. Nummularia	18-38
subsect. Phyllocephalae	18-21
subsect. Eunummulariae	22-36
subsect. Elatae	37-38
sect. Alternifoliae	39-40
subgen. Seleucia	41-48
subgen. Palladia	49-82
sect. Lubinia	49
sect. Miltandrae	50-51
sect. Spicatae	52-54
sect. Apochoris	55
sect. Chenopodiopsis	56-59
sect. Ephemerum	60
sect. Coxia	61-76
sect. Candidae	77-82
subgen. Naumburgia	83
subgen. Nullicaulis	84
subgen. Sandwicensia	85-91

- 1. subgen. Idiophyton Hand.-Mazz. (= sect. Insignes Knuth).
- L. Insignis Hemsley (sud de la Chine): Kouy-Tcheou, 600 m, 14.5.1910, Joseph Esquirol 2120 (K). – Pollen d'un type (VIII) très particulier: voir p. 277.

- 2. subgen. Lysimachia (= subgen. Eulysimachia Hand.-Mazz.)
- 2.1. sect. Apodanthera Hand.-Mazz.
- **2.1.1.** subsect. **Ramosae** Hand.-Mazz.
- 2. L. foenum-graecum Hance (Chine): Yunnan, Szemeo, Henry 9471B (Z). Pollen V: voir p. 276.
- 3. L. capillipes Hemsley (Chine): Kweichou, Kweiyang, 20.6.1930, Y Tsiang 5324 (G). Pollen IV: voir p. 276.
- L. sikokiana Miq. (Japon, Formose): Riukiu, 1897, Ferrié 232 (G; det. Hand.-Mazz.). Pollen IV; 17 x 14μ,
- 5. L. ramosa Wall. (sud de la Chine, Himalaya, Ceylan, Java, Philippines) var. ramosa: a. 1836, Engl. East Ind. Comp. no 1490 (G); var. zeylanica Hook. fil.: Thwaites C. P. 1896 (G). Pollen IV/I; 22 x 19μ. Mailles 0.4 x 0.4μ. Exine 1.5μ. Endoapertures 2.2μ.¹
- 6. L. cuspidata Blume (Java, Sumatra): Java, Mt. Malabar, 27.4.1904; Hochreutiner 1440 (G; det. Van Steenis); var. glabrescens Knuth: Java, reçu 5. 1846, Lobb 66 (G). Pollen IV/I; 22 x 20μ. Mailles presque imperceptibles. Exine 1.5μ. Endoapertures 2μ.
- **2.1.2.** subsect. **Oppositifoliae** Hand.-Mazz.
- L. plicata Franchet (sud de la Chine): Yunnan, Kou-ty, 28.6.1907, Ducloux 5283 (P). Pollen IV/I; 22 x 16μ. Mailles 0.5 x 0.5μ. Endoapertures courtes, de hauteur 3.5μ.

¹ Cette description-type doit être comprise de la façon suivante. Le pollen du L. ramosa est intermédiaire entre le type IV et le type I (cf. pp. 275 et 276); il montre cependant une ressemblance plus grande avec le premier type de pollen cité. Son axe polaire mesure environ 22μ tandis que son axe équatorial fait environ 19μ . Le réticulum est formé de mailles dont les dimensions peuvent atteindre $0.4 \times 0.4\mu$. L'épaisseur de l'exine – cette épaisseur étant toujours mesurée sur la zone médiane des mésocolpiums – est de 1.5μ . Les endoapertures ont une hauteur de 2.2μ (étant mesurées dans le sens parallèle à l'axe polaire). Leur envergure n'est pas précisée: cette omission veut dire que ces endoapertures sont de longueur moyenne. En d'autres termes, elles ne sont ni très courtes (c'est-à-dire dépassant à peine la largeur des ectoapertures correspondantes: fig. 32), ni très longues (c'est-à-dire leurs apex, dans ce cas, se touchent presque, sur les mésocolpiums: fig. 29).

2.2. sect. Lerouxia (Mérat) Endl.

- 8. L. nemorum L. (Europe occidentale). Pollen I/IV; $23 \times 19\mu$. Mailles $0.6 \times 0.6\mu$. Exine 1.4μ , sillonnée de lignes de rupture complète de l'endexine. Endoapertures probablement moyenne, 3.5μ .
- 9. L. cousiniana Cosson (Algérie): Algérie, Guerrouch, 6.1890, Battandier & Trabut 558 (G). Pollen I; 25 x 20μ. Mailles 1 x 1μ. Exine 1.8μ. Endoapertures longues (leurs apex se rejoignant souvent sur les mésocolpiums), 3.5μ.
- 10. L. serpyllifolia Schreber (Grèce, Crète): Crète, Lassithi, 23.6.1961, Greuter 3687 (Z); Crète, 30.5.1884, Reverchon 257 (G; "L. anagalloides Sibth. & Sm.").
 Pollen I; 28 x 20μ. Mailles 1 x 1μ. Endoapertures 2.8μ.
- 2.3. sect. Verticillatae Knuth (= subsect. Verticillatae (Knuth) Hand.-Mazz.)
- 11. L. stricta Aiton (Amérique du Nord): Ontario, 1.8.1961, Voss 10504 (G).
 Pollen I; 27 x 21μ. Mailles 1.8 x 1.8μ. Exine 2μ. Endoapertures 2.8μ.
- 12. L. quadrifolia L. (Amérique du Nord): North Carolina, 27.5.1964, Wilbur 6998 (G). Pollen I; 28 x 22μ. Mailles 1.5 x 1.5μ. Exine 2μ. Endoapertures 3.8μ.
- 13. L. producta (A. Gray) Fern. (Amérique du Nord): Maine, a. 1898, Fernald (G). Pollen I, semblable à celui de l'espèce no 11.
- L. asperulifolia Poiret (Amérique du Nord): North Carolina, 22.6.1904,
 Biltmore Herb. nº 4118f (G). Pollen I; 28 x 22μ. Mailles 2 x 2μ. Exine 2.4μ.
 Endoapertures 3.8μ.

2.4. sect. Theopyxis (Griseb.) Pax

15. L. chilensis (Griseb.) Knuth (Chili): Chili, Mellico, a. 1830, Poeppig 787 (G).
Pollen I; 28 x 21μ. Mailles 1.2 x 1.2μ. Exine 2.3μ. Endoapertures courtes, de hauteur 3.5μ.

2.5. sect. Lysimachia (= sect. Lysimastrum Endl.)

- 16. L. fraseri Duby (Amérique du Nord): North Carolina, a. 1897, ex. Herb. Biltmore, Curtiss 6573 (G). Pollen I; 24 x 22μ. Mailles 1 x 1μ. Exine 1.5μ. Endoapertures faibles, de hauteur 3μ.
- 17. L. vulgaris L. (Europe, nord de l'Asie, Afrique du Nord, Amérique du Nord)
 Pollen I: voir p. 275.
- 17a. L. vulgaris L. var. davurica (Ledeb.) Knuth (des Balkans au Japon): Honshu, 9.7.1964, Kasapligil & Hiroe 3645 (G). Même pollen que le type.

2.6. sect. Nummularia (Gilib.) Klatt

2.6.1. subsect. **Phyllocephalae** Hand.-Mazz.

- 18. L. phyllocephala Hand.-Mazz. (sud de la Chine): Tongchuan, 6.1912, Maire (G; det. Hand.-Mazz.). Pollen du type II (cf. p. 276).
- 19. L. henryi Hemsley (Chine): sine coll. (G). Pollen II; $33 \times 28\mu$. Mailles $2 \times 2\mu$. Exine 1.8 μ . Ceinture équatoriale 4μ de hauteur.
- 20. L. paridiformis Franchet (Chine centrale): Yunnan, a. 1911, Maire (G; det. Hand.-Mazz.). Pollen I; 35 x 28μ. Mailles 3 x 2.5μ. Exine 2.1μ. Endoapertures longues; 4.8μ.
- 21. L. trientaloides Hemsley (Chine centrale): Kweichou, Pinfa, 25.8.1902, Cavalerie 302 (G). Pollen I; $28 \times 25\mu$. Mailles $2.5 \times 2.5\mu$. Exine 1.9μ . Endoapertures assez longues; 3μ .

2.6.2. subsect. **Eunummulariae** Hand.-Mazz.

- 22. L. deltoidea Wight (Inde, Ceylan, sud de la Chine) var. cordifolia Hook. fil.: Pulney Hills, Anglade 373 (G); var. metziana (Hohen.) Knuth: Kodaikanal, 5.1914, Saulière 114 (G). Pollen I; 32 x 28μ. Mailles 1.3 x 1.3μ. Exine 2.1μ. Endoapertures 3.5μ (var. cordifolia) ou 7μ (var. metziana).
- 23. L. franchetii Knuth (Chine): Yunnan, 21.8.1916, Schoch 301 (G; det. Hand.-Mazz.). Pollen I; 35 x 29μ. Mailles 2 x 2μ. Exine 2.8μ. Endoapertures 3.8μ.
- 24. L. remota Petitm. (Chine: cf. Index Kewensis, suppl. IV): Chine, a. 1846, Fortune 52 (G; det. Hand.-Mazz.). Pollen II; 34 x 27μ. Mailles 1.2 x 1.2μ. Exine 2.5μ. Ceinture équatoriale 3.2μ, se rétrécissant progressivement à mesure que l'on s'éloigne des ectoapertures pour se rapprocher de la zone médiane des mésocolpiums (fig. 24).
- 25. L. congestiflora Hemsley (Chine centrale): Kwangsi, 20.5.1933, Stewart & Cheo 455 (G). Pollen II; 33 x 30μ. Mailles 2.5 x 2.2μ. Exine 2.3μ. Ceinture équatoriale 5.8μ de hauteur.
- 26. L. hui Diels (Chine: cf. Handel-Mazzetti 1928): Hunan, 4.1919, Wang te Hui 12011 (G; det. Hand.-Mazz.). Pollen II; 31 x 25μ. Mailles 2.5 x 2.5μ. Exine 2.8μ. Ceinture équatoriale 2.8μ de hauteur.
- 27. L. gymnocephala Hand.-Mazz. (sud de la Chine: cf. Handel-Mazzetti 1928): Yunnan, 28.5.1916, Schoch 120 (G; det. Hand.-Mazz.). Pollen II; 29 x 25μ. Mailles 1.8 x 1.8μ. Exine 1.8μ. Ceinture équatoriale souvent très faiblement visible sur la zone médiane des mésocolpiums, 2.7μ de hauteur.
- 28. L. japonica Thunb. (Asie orientale): Penjab, 25.7.1885, Drummond 2057 (G).

 Pollen II; 37 x 33μ. Mailles 1.5 x 1.5μ. Exine 1.9μ. Ceinture équatoriale irrégulière, 4.6μ de hauteur.
- 29. L. hemsleyana Maxim. (Chine): Anhwei, 10.6.1936, Fan & Li 19 (G). Pollen II; $30 \times 25\mu$. Mailles $2.5 \times 2.5\mu$. Exine 2.6μ . Ceinture équatoriale 5.4μ de hauteur.

- 30. L. pterantha Hemsley (Chine centrale): Yunnan, Mo tsou, près Kiao kia, 9.7.1908, Ducloux 5659 (P; det. Hand.-Mazz.). Pollen probablement du type II (la ceinture équatoriale n'étant pas toujours visible); 33 x 25μ. Mailles 2.5 x 2μ. Exine 1.8μ. Ceinture équatoriale 4.8μ de hauteur.
- 31. L. drymarifolia Franchet (Chine): Tongchuan, 6.1912, Maire (G; det. Hand.-Mazz.). Pollen I; 27 x 22μ. Mailles 1.5 x 1.5μ. Exine 1.8μ. Endoapertures assez longues; 2.2μ.
- 32. L. christinae Hance (Chine): Kiangsu, 23.5.1931, Chiao 3202 (G). Pollen II; 36 x 28μ. Mailles 1.4 x 1.4μ. Exine 2.4μ. Ceinture équatoriale très nette, 3μ de hauteur.
- 33. L. alfredi Hance (est de la Chine): Fukien, Buong kang, 9.6.1925, Chung 3272 (G). Pollen I; 30 x 25μ. Mailles 1.4 x 1.4μ. Exine 2.8μ. Endoapertures longues (souvent leurs apex se joignent), 4μ.
- 34. L. nummularia L. (Europe). Pollen I; $26 \times 22\mu$. Mailles $1.2 \times 1.2\mu$. Exine 1.9μ . Endoapertures 3.1μ .
- 35. L. rubiginosa Hemsley (Chine: cf. Handel-Mazzetti 1928): Kweichou, 7.1910,
 Cavalerie 3802 (G; det. Hand.-Mazz.). Pollen II; 31 x 28μ. Mailles 3 x 3μ.
 Exine 2.6μ. Ceinture équatoriale faiblement visible sur la zone médiane des mésocolpiums, 3.8μ de hauteur.
- 36. L. grammica Hance (Chine): Kiangsu, 5.5.22, Steward 2975 (G; det. Merrill).
 Pollen II; 35 x 27μ. Mailles 1.4 x 1.4μ. Exine 2μ. Ceinture équatoriale très nette, 4.2μ de hauteur.

2.6.3. subsect. Elatae Hand.-Mazz.

- 37. L. punctata L. (Europe, Asie mineure) var. villosa (F. W. Schmidt) Klatt: près Constantinople, a. 1848, Thuret (G); var. verticillata (M.B.) Boiss.: Anatolie, 30.6.1931, Görz 682 (G). Pollen I; 22 x 18μ. Mailles 2.8 x 2.8μ. Exine 1.9μ. Endoapertures 2.8μ.
- 38. L. klattiana Hance (Chine): Tringlai, a. 1901, Zimmermann 215 (G; det. Hand.-Mazz.). Pollen I; $30 \times 25\mu$. Mailles $2 \times 2\mu$. Exine 1.9μ . Endoapertures 2.7μ .

2.7. sect. **Alternifoliae** Knuth emend. Hand.-Mazz.

- 39. L. albescens Franchet (sud de la Chine; = L. yunnanensis Franchet): Yunnan, près Kiang yn, 13.6.1887, Delavay 2847 (P). Pollen I; $29 \times 21\mu$. Mailles $0.7 \times 0.7\mu$. Exine 1.2μ . Endoapertures 1.9μ .
- 40. L. alternifolia Wall. (Inde): Népal, près Lumsum, 17.7.1954, Stainton, Sykes & Williams 3511 (G). Pollen I; 28 x 20μ. Mailles 0.8 x 0.8μ. Exine 2.5μ. Endoapertures assez longues; 3μ.

3. subgen. **Seleucia** Bigelow (= *Steironema* Raf.; *L.* sect. *Steironema* (Raf.) *Klatt*; sect. *Seleucia* (Bigelow) Hand.-Mazz. subsect. *Steironema* (Raf.) Hand.-Mazz.)

Ce groupe a une distribution exclusivement nord-américaine (du côté atlantique). Il se compose d'espèces pourvues d'un grain de pollen très particulier (le type VII, "Ciliata"). Un certain nombre de taxa appartenant à ce groupe n'ont pas encore reçu de statut taxonomique définitif; nous les considérons donc tous comme des espèces valides bien que plusieurs d'entre eux ne méritent pas ce rang.

- 41. L. angustifolia Lam.: North Carolina, 7.1841, Rugel (G; "L. lanceolata Walt. var. angustifolia (Lam.) Knuth"). Pollen 21 x 18µ.
- 42. L. ciliata L.: Nimy-lez-Mons, Herb. Alfred Wesmael (G). Pollen 24 x 18µ.
- 43. L. hybrida Michx: Long Island, 31.7.1873, Herb. E. S. Miller (G; "L. lanceolata Walt. var. hybrida (Michx) Gray"). Pollen 21 x 18µ.
- 44. L. laevigata (Howell) comb. ined.: North Dakota, Benson Cy, Butte, 22.7.1906, J. Lunell (M; "Steironema laevigatum Howell"). – Pollen 24 x 19μ.
- 45. L. lanceolata Walt.: Kentucky, 27.6.1951, Iltis 4140 (G). Pollen 21 x 18μ.
- 46. L. quadriflora Sims (= L. longifolia Pursh): Washington, 4.7.1896, Steele (G). Pollen 24 x 18μ.
- 47. L. radicans Hooker: Tennessee, Mason, 1.7.1931, Rhoades (S). Pollen 20 x 18μ.
- 48. L. tonsa (Bickn.) Wood: Ohio, 1.8.1904, Walter H. Aiken (G); Tennessee, Bluffe at Knoxville, 6.1895, A. Ruth (M; "Steironema intermedium Kearney"). Pollen 23 x 19μ.
- 4. subgen. Palladia (Moench) Hand.-Mazz.
- **4.1.** sect. **Lubinia** (Comm.) Klatt
- 49. L. mauritiana Lam. (en général, pays littoraux de l'Océan Pacifique, du côté occidental; Hawaii: cf. Hillebrand 1888, sous L. spathulata Bentham & Hooker): Nouvelle-Calédonie, île Lifou, Herb. Vieillard 2832 (G). Pollen I; 32 x 22μ. Mailles 0.8 x 0.8μ. Exine 1.9μ. Endoapertures 2.4μ.
- **4.2.** sect. **Miltandrae** Hand.-Mazz.
- 50. L. heterogenea Klatt (Chine; = L. paludicola Hemsley): Kiangsi, 9.1934, Lau 4359 (G). Pollen probablement du type I (matériel étudié très insuffisant); 33 x 21μ. Mailles 0.8 x 0.8μ. Exine 1.2μ. Endoapertures 2.2μ.
- 51. L. stenosepala Hemsley (Chine centrale): Tongchuan, 6.1912, Maire (G; det. Hand.-Mazz.). Pollen fondamentalement du type I, mais comportant beaucoup de variations relatives aux endoapertures; 31 x 22μ. Mailles 0.4 x 0.4μ. Exine 1.6μ. Endoapertures 2.8μ.

4.3. sect. **Spicatae** Knuth

- 52. L. fortunei Maxim. (Asie orientale): Japon, Tanabu, Faurie 4640 (G; det. Hand.-Mazz.). Pollen I; 25 x 20μ. Mailles 0.4 x 0.4μ. Exine 1.7μ. Endoapertures 2.6μ.
- 53. L. clethroides Duby (Asie orientale): Japon, Yesan, 30.7.1890, Faurie 5770 (G). Pollen I; 38 x 24μ. Mailles 1 x 1μ. Exine 1.6μ. Endoapertures longues; 3.2μ.
- 54. L. barystachys Bunge (Asie orientale): Amour, Karo 3641 (G). Pollen I; $29 \times 23\mu$. Mailles $0.4 \times 0.4\mu$. Exine 1.7μ . Endoapertures 2.3μ .

4.4. sect. **Apochoris** (Duby) Hand.-Mazz.

55. L. pentapetala Bunge (Chine): Shantung, Tsingtau, 9.1907, Schindler 244 (G). – Pollen I; 25 x 14μ. Mailles 1.2 x 1.2μ. Exine 1.4μ. Endoapertures 1.9μ.

4.5. sect. Chenopodiopsis Hand.-Mazz.

- 56. L. pyramidalis Wall. (Himalaya): a. 1836, Wallich 1487 (G; det. Hand.-Mazz.).

 Pollen I; 24 x 19μ. Mailles 0.8 x 0.8μ. Exine 1.6μ. Endoapertures 2.6μ.
- 57. L. chenopodioides Watt (Himalaya, sud de la Chine): Népal, Gurjakani, 24.7.1954, Stainton, Sykes & Williams 3622 (G). Pollen I; 27 x 17μ. Mailles 1.2 x 1.2μ. Exine 1.4μ. Endoapertures 2.4μ.
- 58. L. minoricensis Rodrig. (îles Baléares): Baléares, 17.5.1899, Bicknell (G). Pollen I; 30 x 19μ. Mailles 1.2 x 1.2μ. Exine 1.5μ. Endoapertures 3μ.
- 59. L. woodii Schlechter (Afrique du Sud): Natal, Alexandra, 23.1.1911, Rudatis
 1314 (G). Pollen I; 28 x 19μ. Mailles 1.2 x 1.2μ. Exine 1.9μ. Endoapertures
 2.9μ.

4.6. sect. **Ephemerum** (Reichenb.) Endl. emend. Hand.-Mazz.

60. L. ephemerum L. (Espagne, France): Espagne, Jaen, 7.1904, Reverchon 335 (G). – Pollen I; 28 x 19μ. Mailles 1.5 x 1.5μ. Exine 1.8μ. Endoapertures 2μ.

4.7. sect. **Coxia** (Endl.) Hand.-Mazz.

- 61. L. keiskeana Miq. (Asie orientale; = L. acroadenia Maxim.): Corée, Quelpaert, 6.1909, Taquet 3021 (G). Pollen I; $28 \times 21\mu$. Mailles $1.8 \times 1.8\mu$. Exine 1.5μ . Endoapertures 2.8μ .
- 62. L. lobelioides Wall. (Himalaya, sud de la Chine): Yunnan, 25.6.1914, Schneider 1657 (G). Pollen I; 36 x 23μ. Mailles 1.5 x 1.5μ. Exine 2μ. Endoapertures 2.6μ.
- 63. L. decurrens Forster (sud de l'Asie): Goalpara, 3.3.1886, C. B. Clarke 43163 (G; det. Hand.-Mazz.); Kwangsi, 10.5.1933, Stewart & Cheo 383 (G). Pollen I; 35 x 23μ. Mailles 2 x 2μ. Exine 1.8μ. Endoapertures 3.6μ.

- 64. L. glaucina Franchet (sud de la Chine): Yunnan, 21.8.1916, Schoch 315 (G; det. Hand.-Mazz.). Pollen I; 25 x 18μ. Mailles 1.3 x 1.3μ. Exine 1.7μ. Endoapertures 3.4μ.
- 65. L. lichiangensis Forr. (Yunnan: cf. Handel-Mazzetti 1928): Yunnan, 16.7.1914,
 Schneider 1795 (G; det. Hand.-Mazz.). Pollen I; 29 x 21μ. Mailles 1.2 x 1.2μ.
 Exine 1.6μ. Endoapertures 3.8μ.
- 66. L. violascens Franchet (sud de la Chine): Yunnan, 29.7.1883, Delavay 4283 (G). Pollen I; 25 x 17μ. Mailles 1 x 1μ. Exine 1.5μ. Endoapertures 3.2μ.
- 67. L. taliensis Bonati (Yunnan: cf. Handel-Mazzetti 1928): Yunnan, 8.1914, Schneider 2509 (G; det. Hand.-Mazz.). Pollen I; 30 x 16μ. Mailles 2 x 1.8μ. Exine 1.6μ. Endoapertures 4.5μ.
- 68. L. leschenaultii Duby (Inde): Kodaikanal, Anglade 374 (G). Pollen I; 30 x 19μ. Mailles 1.8 x 1.8μ. Exine 1.6μ. Endoapertures 3.8μ.
- 69. L. nutans Nees (sud-est de l'Afrique): Afrique du Sud, Grahamstown, F. A. Rogers 29941 (G). Pollen I; 33 x 26μ. Mailles 1.5 x 1.5μ. Exine 2.4μ. Endoapertures 3.4μ.
- 70. L. atropurpurea L. (sud-est de l'Europe, Asie mineure): près Anavryti, 5.1844, Heldreich (G). Pollen I; 22 x 16μ. Mailles 2 x 1.8μ. Exine 1.6μ. Endoapertures 2.6μ.
- L. volkensii Engler (Afrique orientale): Kenya, Nakuru, 7.9.1949, Maas Geesteranus 6161 (G). Pollen; I; 23 x 18μ. Mailles 2 x 1.8μ. Exine 1.6μ. Endoapertures 3.4μ.
- 72. L. africana Engler (Afrique tropicale orientale): Tanganyika, 4.1931, Schlieben 709 (G). Pollen I; 30 x 21 μ . Mailles 1.5 x 1.5 μ . Exine 1.9 μ . Endoapertures 4 μ .
- 73. L. ruhmeriana Vatke (Afrique tropicale: cf. Index Kewensis): Kenya, Nyanza, 30.6.1949, Maas Geesteranus 5260 (G). Pollen I; 24 x 18μ. Mailles 1 x 1μ. Exine 1.9μ. Endoapertures 4.6μ.
- 74. L. parviflora Baker (Madagascar): 12.1913, Perrier de la Bâthie 2243 (G).
 Pollen I; 30 x 20μ. Mailles 1.4 x 1.4μ. Exine 1.9μ. Endoapertures 4.5μ.
- 75. L. dubia Solander (sud-est de l'Europe, sud-ouest de l'Asie): Iran, Mirmahaleh, 10.6.1956, Schmid 6031 (G); var. longibracteata Regel: Syr-Darja, 2.7.1923, Popov 152 (Z). Pollen I; 31 x 18μ. Mailles 1.5 x 1.5μ. Exine 1.6μ. Endoapertures 3.9μ.
- 76. L. delavayi Franchet (sud de la Chine): Yunnan, 23.6.1914, Schneider 1633 (G; det. Hand.-Mazz.). Pollen I; 28 x 19μ. Mailles 1 x 1μ. Exine 1.6μ. Endoapertures 3.4μ.

4.8. sect. **Candidae** Hand.-Mazz.

77. L. pumila (Baudo) Franchet (sud de la Chine): Yunnan, 15.5.1884, Delavay 1091 (G). – Pollen I; 35 x 23μ. Mailles 1.4 x 1.4μ. Exine 1.7μ. Endoapertures 3.2μ.

- 78. L. prolifera Klatt (Himalaya; Chine: cf. Handel-Mazzetti 1928): Népal, 12.6.1952, Zimmermann 781 (G; det. Baehni). Pollen I; 30 x 25μ. Mailles 1.4 x 1.4μ. Exine 2.2μ. Endoapertures 4.5μ.
- 79. L. parvifolia Franchet (sud de la Chine): Yunnan, 5.1887, Delavay (G; det. Hand.-Mazz.); Yunnan, 29.4.1916, Schoch 38 (G: "L. humifusa Knuth").
 Pollen I; 33 x 20μ. Mailles 1.5 x 1.5μ. Exine 1.3μ. Endoapertures 4.6μ.
- 80. L. obovata Hooker fil. (Asie orientale): Kiangsu, Merrill 1847 (G; "L. candida Lindl. subsp. obovata Knuth"). Pollen I; 26 x 16μ. Mailles 1.1 x 1.1μ. Exine 1.7μ. Endoapertures 3.4μ.
- 81. L. candida Lindley (Asie orientale): Chine, 1.1846, Fortune (G; det. Hand.-Mazz.). Même pollen que l'espèce précédente, sauf que les mailles sont un peu plus larges $(1.5 \times 1.5 \mu)$.
- 82. L. leucantha Miq. (Japon, Corée): Corée, Quelpaert, 7.1909, Taquet 3023 (G; det. Hand.-Mazz.). Pollen I; 26 x 18μ. Mailles 0.8 x 0.8μ. Exine 1.5μ. Endoapertures 4μ.
- 5. subgen. Naumburgia (Moench) Hand.-Mazz.
- 83. L. thyrsiflora L. (zones tempérées de l'hémisphère septentrional). Pollen I; 24 x 20μ. Mailles 1.5 x 1.5μ. Exine 1.6μ. Endoapertures 2.5μ.
- **6.** subgen. **Nullicaulis** Huynh¹ (= sect. *Rosulatae* Knuth)
- 84. L. alpestris Champ. (Hong-kong): Hong-kong, a. 1889, Hillebrand (G). Le pollen (VI) de cette espèce est très particulier. En effet, c'est la seule espèce du genre Lysimachia où il existe une démarcation très nette entre les endoapertures et la ceinture équatoriale qui les relie entre elles (cf. p. 277).
- 7. subgen. **Sandwicensia** Huynh² (= sect. *Fruticosae* Knuth; *Lysimachiopsis* Heller; *Lysimachia* subgen. *Lysimachiopsis* (Heller) Hand.-Mazz., excl. sect. *Rosulatae* Knuth).

¹ Lysimachia subgen. Nullicaulis Huynh, subgen. nov.: Caulis brevissimus, fere nullus. Folia conferta, rosulata. Typus: *L. alpestris* Champ.

² Lysimachia subgen. Sandwicensia Huynh, nom. nov. ≡ Lysimachiopsis Heller, Minnesota Bot. Stud. 1: 874. 1897.

C'est le groupe endémique des îles Hawaii. Toutes les espèces y présentent un même type de pollen, particulier, que nous avons appelé pour cette raison le type "Hawaiien" (cf. p. 276).

- 85. L. hillebrandii Hooker fil.: Molokai, 6.1910, Faurie 706 (G). Pollen 47 x 32 μ . Mailles 0.5 x 0.5 μ . Exine 1.5 μ . Endoapertures 7.8 μ ; souvent ceinture équatoriale parfaite.
- 86 L. remyi Hillebr.: Molokai, 6.1910, Faurie 705 (G). Pollen 45 x 35μ. Mailles 0.5 x 0.5μ. Exine 1.8μ. Endoapertures 7.4μ.
- 87. L. rotundifolia Hillebr.: Oahu, Mt Olympus, Waimanalo Pali, 2.1919, J. F. Rock (BISH). Pollen 45 x 30μ (matériel étudié pas tout à fait mûr). Mailles 0.5 x 0.5μ. Exine 2.1μ. Endoapertures ? (l'immaturité du pollen étudié ne nous a pas permis de statuer sur ce point).
- 88. L. glutinosa Rock: Kauai, Kalalau Valley, 29.12.1956, B. C. Stone 1612 (BISH); Kauai, Kalalau Valley, 14.3.1948, Fagerlind & Skottsberg 6633 (S).
 Pollen 44 x 33μ; souvent hétéropolaire (fig. 4 et 6), en particulier sur l'échantillon de Fagerlind et Skottsberg. Mailles 0.5 x 0.5μ. Exine 1.8μ. Endoapertures 5.8μ.
- 89. L. forbesii Rock: Oahu, Kaluanui, 8.3.1931, E. P. Hume 104 (BISH). Pollen voir p. 276.
- 90. L. filifolia Forbes & Lydg.: Kauai, Olokele Valley, 1.1912, J. M. Lydgate (BISH; type). Pollen 50 x 38μ. Mailles 0.5 x 0.5μ. Exine 1.6μ. Endoapertures 5.8μ.
- 91. L. daphnoides (Gray) Hillebr.: Molokai, Pelehunu Trail, 7.1912, C. N. Forbes 242 Mo (BISH); Hawaii, a. 1885, Sinclair (K). Sur le premier échantillon: Pollen 46 x 35μ, généralement 4-colporé, isopolaire. Mailles 0.5 x 0.5μ. Exine 2μ. Endoapertures 5μ. Sur le deuxième échantillon: Pollen 50 x 35μ, presque exclusivement 5-colporé, hétéropolaire (les fig. 4 et 6 peuvent en donner une idée). Mailles et exine: id. Ceinture équatoriale parfaite, de hauteur 6μ.

Conclusions

Le pollen de quelque 91 espèces de *Lysimachia* peut être classé dans 8 types différents (cf. p. 270). Ce pollen, réticulé, est soit 3-colporé (majorité des espèces), soit 4-colporé (les espèces endémiques de Hawaii), soit pantocolporé (*L. insignis*). Le pollen 3-colporé peut à son tour être séparé en deux groupes suivant que son équateur est circulaire ou triangulaire: le deuxième cas ne s'observe que chez le groupe "Steironema" et chez le *L. insignis*.

Une confrontation des données polliniques avec les données taxonomiques (= palynotaxonomie) du genre *Lysimachia* a donné les résultats suivants (voir aussi Huynh 1971: A, 1).

- Tous les groupes taxonomiques vraiment distincts de ce genre excepté le sous-genre Naumburgia (Moench) Hand.-Mazz. ont chacun un pollen particulier. Ce sont les groupes formés respectivement par le L. insignis (sous-genre Idiophyton Hand.-Mazz. = section Insignes Knuth), les espèces du groupe "Steironema" (sous-genre Seleucia Bigel. = Steironema Raf. pro gen., Klatt pro sect., Hand.-Mazz. pro subsect.), le L. alpestris (sous-genre Nullicaulis Huynh = section Rosulatae Knuth) et les espèces endémiques de Hawaii (sous-genre Sandwicensia Huynh = Lysimachiopsis Heller = section Fruticosae Knuth).
- Une considération conjointe des données macroscopiques et polliniques a déterminé l'auteur à apporter quelques modifications à la taxonomie actuelle du genre Lysimachia (Knuth 1905; Handel-Mazzetti 1928) et à en tenir compte dans la partie monographique de la présente étude. Le groupe "Steironema" y est considéré comme un sous-genre. L'espèce acaule L. alpestris est détachée du sous-genre Lysimachiopsis (Heller) Hand.-Mazz. (sensu Handel-Mazzetti 1928) et forme un sous-genre à part, subgen. Nullicaulis Huynh.

BIBLIOGRAPHIE

- Bigelow, J. (1824) Florula bostoniensis. A collection of plants of Boston and its vicinity... Ed. 2. Boston.
- Duby, J. (1844) Primulaceae. In A.-P. de Candolle, *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis* 8: 33-74. Paris.
- Erdtman, G. (1952) Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. Stockholm.
- Handel-Mazzetti, H. (1928) A revision of the Chinese species of Lysimachia, with a new system of the whole genus. Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh 16: 51-122.
- Heller, A. A. (1897) Observations on the ferns and flowering plants of the Hawaiian Islands. *Minnesota Bot. Stud.* 1: 760-922.
- Hillebrand, W. (1888) Flora of the Hawaiian Islands. London, New York & Heidelberg.
- Huynh, K.-L. (1968a) Etude de l'arrangement du pollen dans la tétrade chez les Angiospermes sur la base de données cytologiques. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 78: 151-191.
- (1968b) Etude de la morphologie du pollen du genre Utricularia L. Pollen & Spores 10: 11-55.
- (1968c) Morphologie du pollen des Tropaeolacées. Grana Palynol. 8: 88-184.
- (1968d) Morphologie du pollen des Balsaminacées, Grana Palynol. 8: 277-516.

Huynh, K.-L. (1969a) Etude du pollen des Oxalidaceae. Bot. Jahrb. Syst. 89: 272-334.

- (1969b) Le pollen et la systématique du genre Pulsatilla. Bot. Jahrb. Syst. 89: 584-607.
- (1970) Le pollen du genre Anemone et du genre Hepatica (Ranunculaceae) et leur taxonomie. Pollen & Spores 12 (sub praelo).
- (1971) Le pollen et la systématique chez le genre Lysimachia (Primulaceae). II. Considérations générales. Candollea 26 (sub praelo).
- Klatt, F. W. (1866) Die Gattung "Lysimachia" L. Abh. Naturwiss. Naturwiss. Ver. Hamburg 4/4.
- Knuth, R. (1905) Lysimachia (Tourn.) L. In A. Engler, Das Pflanzenreich 22 (= IV. 237): 256-313. Leipzig.
- Manitz, H. (1969) Beiträge zur Pollenmorphologie der Convolvulaceae s.l. Wiss. Z. Friedrich-Schiller-Univ. Jena, Math.-Naturwiss. Reihe 17 ("1968"): 387-390.
- Marie-Victorin, frère (1935, 1964) Flore laurentienne. Ed. 1 & 2. Montréal.
- Pax, F. (1890) Primulaceae. In A. Engler & K. Prantl, *Die natürlichen Pflanzenfamilien* 4/1: 98-116. Leipzig.
- Roland-Heydacker, F. (1964) Morphologie du pollen de Ficaria ranunculoides Moench. Ranunculaceae. *Pollen & Spores* 6: 373-378.

LISTE DES TAXONS ÉTUDIÉS¹

r		7 . 1 . 1 . 1 . 1	50
Lysimachia		Lysimachia clethroides	53
subgen, Idiophyton	1	congestiflora	25
 subgen, Lysimachia 	2-40	cousiniana	9
 subgen. Lysimachiopsis 	85-91	– cuspidata	6
 subgen. Naumburgia 	83	– var. glabrescens	6
 subgen, Nullicaulis 	84	daphnoides	91
subgen. Palladia	49-82	decurrens	63
 subgen, Sandwicensia 	85-91	delavayi	76
- subgen, Seleucia	41-48	deltoidea	22
acroadenia	61	– var. cordifolia	22
africana	72	– var. metziana	22
albescens	39	drymarifolia	31
alfredi	33	– dubia	75
alpestris	84	 – var. longibracteata 	75
– alternifolia	40	ephemerum	60
– anagalloides	10	– filifolia	90
angustifolia	41	foenum-graecum	2
asperulifolia	14	– forbesii	89
atropurpurea	70	– fortunei	52
barystachys	54	franchetii	23
candida	81	– fraseri	16
– subsp. obovata	80	glaucina	64
capillipes	3	glutinosa	88
chenopodioides	57	– grammica	36
- chilensis	15	gymnocephala	27
- christinae	32	hemsleyana	29
- ciliata	42	henryi	19
CIIIIII	72	non ye	17

¹ Les chiffres correspondent aux numéros des espèces, dans la partie monographique.

Ly	simachia heterogenea	50	Lysimachia pumila	77
_	hillebrandii	85	punctata	37
_	hui	26	– var. verticillata	37
_	humifusa	79	– var. villosa	37
_	hybrida	43	pyramidalis	56
_	insignis	1	quadriflora	46
_	japonica	28	quadrifolia	12
_	keiskeana	61	radicans	47
_	klattiana	38	– ramosa	5
_	laevigata	44	– var. zeylanica	5
_	lanceolata	45	– remota	24
_	var. hybrida	43	remyi	86
_	leucantha	82	rotundifolia	87
_	leschenaultii	68	– rubiginosa	35
_	lichiangensis	65	– ruhmeriana	73
_	lobelioides	62	– serpyllifolia	10
_	longifolia	46	sikokiana	4
_	mauritiana	49	stenosepala	51
_	minoricensis	58	stricta	11
_	nemorum	8	taliensis	67
_	nummularia	34	thyrsiflora	83
_	nutans	69	- tonsa	48
_	obovata	80	trientaloides	21
_	paludicola	50	violascens	66
_	paridiformis	20	– volkensii	71
_	parviflora	74	– vulgaris	17
_	parvifolia	79	– var. davurica	17a
_	pentapetala	55	– woodii	59
_	phyllocephala	18	yunnanensis	39
_	plicata	7	Lysimachiopsis	85-91
_	producta	13	Steironema	41-48
-	prolifera	78	– intermedium	48
_	pterantha	30	– laevigatum	44

LÉGENDES DES FIGURES

Fig. 1-2. — Lysimachia paridiformis:

1, analyse LO d'un fragment de sporoderme. 2, coupe transversale d'un fragment de sporoderme acétolysé; la couche inférieure, marquée en pointillé, indique l'endexine; celles en noir-plein, l'ectexine; l'intine n'est pas représentée, étant détruite par l'acétolyse.

Fig. 3-6. - Lysimachia glutinosa, variations du pollen: 3 et 5, deux grains de pollen isopolaires. 4 et 6, deux grains de pollen hétéropolaires.

Fig. 7-9. — Le genre Lysimachia: Variations relatives aux endoapertures chez le pollen 3-colporé (voir texte, p. 274, sous d); Les faces postérieures de ces grains de pollen ne sont pas représentées.

Fig. 10-11. — Lysimachia hillebrandii: Variations de la ceinture équatoriale (voir texte, p. 274, sous d); les faces postérieures de ces grains de pollen ne sont pas représentées.

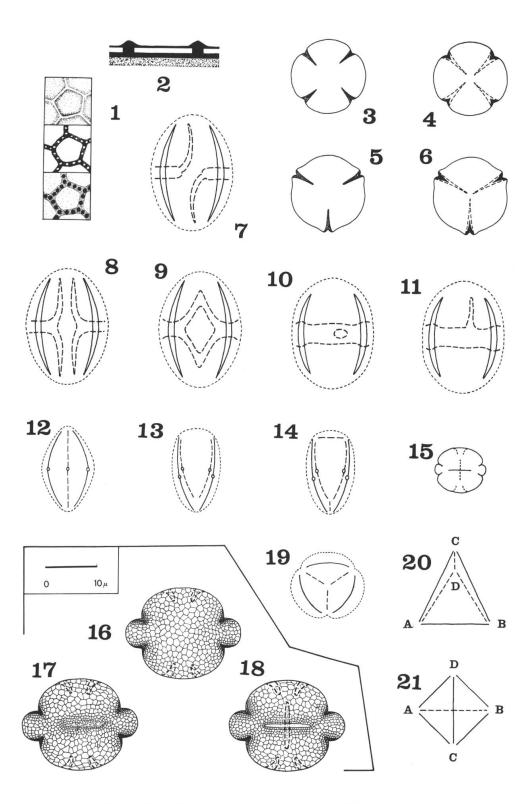
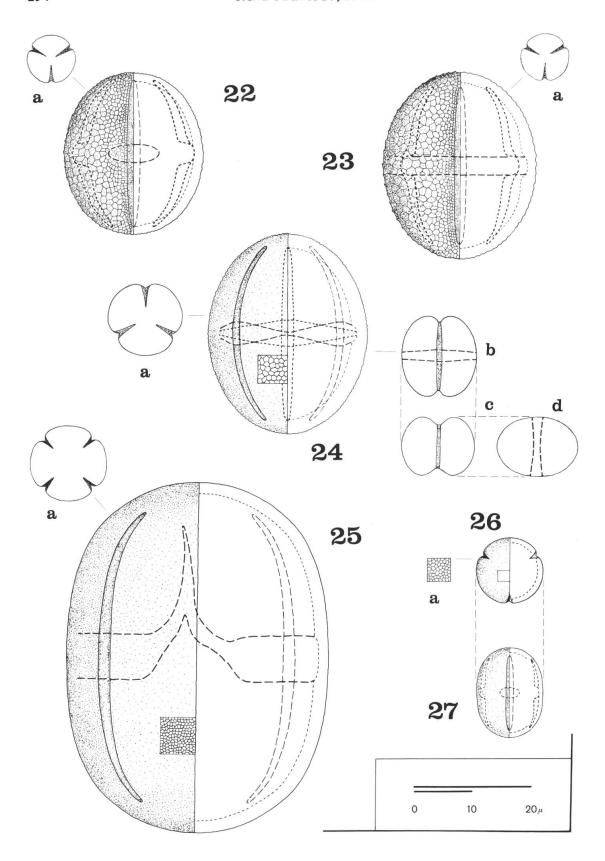


Fig. 1-21. – (Voir les légendes aux pages 292 et 296).



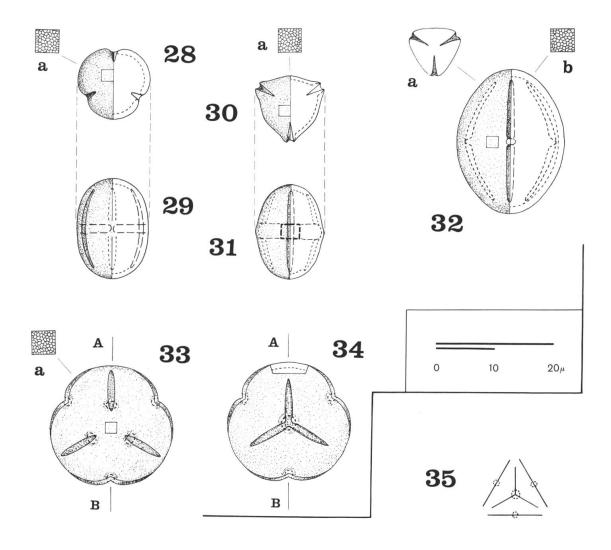


Fig. 22-35. — (Voir les légendes à la page 296). Les échelles ne s'appliquent pas aux schémas et détails marqués des lettres a, b, c, ou d, ni à la figure 35. Les lignes en pointillé qui courent parallèlement au pourtour des palynogrammes principaux indiquent la limite intérieure (en section optique) de l'exine du pollen.

Fig. 12-18. – Lysimachia lobelioides, variations du pollen 6-pantoaperturé: 12, un grain de pollen normal, c'est-à-dire 3-(zono-)colporé, en vue latérale; chaque endo-aperture y est représentée par un petit cercle. 13, un grain 4-pantocolporé en vue latérale; les sillons, doublés chacun d'une endoaperture, ont leurs apex conjugués deux à deux en quatre points différents (deux en haut, deux en bas) (les faces polaires, identiques mais d'orientation différente, de ce grain de pollen sont représentées soit par la figure 16, soit par la figure 17). 14, un grain 6-pantoaperturé en vue latérale; les deux sillons courts sont dépourvus d'endoapertures; 15, le même grain de pollen vu de sa face polaire supérieure (cette figure schématique correspond tout à fait à la figure 18 qui la représente en détail).

> Fig. 19. – Anemone coerulea DC., un grain de pollen 6-pantoaperturé. Les apertures ont ± une même longueur.

Fig. 20-21. – Représentation d'un grain 6-pantoaperturé: 20, vue latérale, 21 vue polaire.

Fig. 22. - Ly simachia vulgaris: Un grain de pollen en vue latérale, avec une aperture vue de face; a, un grain de pollen en vue polaire (schématisé).

Fig. 23. – Lysimachia phyllocephala:

Un grain de pollen en vue latérale, avec une aperture vue de face; a, un grain en vue polaire (schématisé).

Fig. 24. – Lysimachia remota: Un grain de pollen normal (c'est-à-dire 3-colporé) en vue latérale, avec un mésocolpium vu de face; remarquer la ceinture équatoriale qui se rétrécit progressivement à mesure que l'on s'éloigne des ectoapertures pour se rapprocher de la zone médiane des mésocolpiums; a, un grain de pollen normal en vue polaire (schématisé); b et d, les deux faces latérales principales d'un grain 2-colporé; c, une face polaire de ce même grain.

Fig. 25. – Lysimachia forbesii:

Un grain de pollen en vue latérale; avec un mésocolpium vu de face; la face postérieure de ce grain de pollen n'est pas représentée; a, un grain en vue polaire (schématisé).

Fig. 26-27. — Lysimachia capillipes: 26, un grain de pollen en vue polaire; a, dessin détaillé de l'aire délimitée sur la figure principale. 27, un grain de pollen en vue latérale, avec une aperture vue de face.

Fig. 28-29. – Lysimachia foenum-graecum:

28, un grain de pollen en vue polaire; a, dessin détaillé de l'aire délimitée sur la figure principale. 29, un grain de pollen en vue latérale, avec un mésocolpium vu de face; l'aperture postérieure n'est pas représentée totalement.

Fig. 30-31. – Lysimachia alpestris:

30, un grain de pollen en vue polaire; a, dessin détaillé de l'aire délimitée sur la figure principale. 31, un grain de pollen en vue latérale, avec une aperture vue de face; noter la démarcation très distincte entre l'endoaperture (de cette aperture) et la ceinture équatoriale.

Fig. 32. – Lysimachia ciliata:

Un grain de pollen en vue latérale, avec une aperture vue de face; a, un grain en vue polaire (schématisé); b, dessin détaillé de l'aire délimitée sur la figure principale.

Fig. 33-35. - Lysimachia insignis:

33-34, les deux faces probablement polaires d'un grain de pollen qui peut être considéré comme 9-pantocolporé (voir texte, p. 277). 35, un grain de pollen qui peut être considéré comme 6-pantocolporé (cette figure correspond plus ou moins à la figure 34).